

INSEMINACION ARTIFICIAL EN CERDOS USANDO
DOS DILUYENTES Y DOS CENTROS DE
RECOLECCION DE SEMEN

POR

Carla María Henríquez Gutiérrez

TESIS

PRESENTADA A LA

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION

DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

El Zamorano, Honduras


Diciembre, 1994

BIBLIOTECA WILSON POPENOR
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 83
TEGUCIGALPA HONDURAS

INSEMINACION ARTIFICIAL EN CERDOS
USANDO DOS DILUYENTES Y DOS CENTROS DE
RECOLECCION DE SEMEN

Carla María Henríquez Gutiérrez

El autor concede a la Escuela Agrícola
Panamericana permiso para reproducir y
distribuir copias de este trabajo para
los usos que considere necesarios. Para
otras personas y otros fines, se reservan
los derechos del autor.



Carla María Henríquez G.

Diciembre de 1994.

DEDICATORIA

A Dios y la Virgencita que fueron mi guía perfecta para cumplir esta meta tan esperada.

A mis padres, mi Mama Mila (QDDG) y hermanas que han sido el pilar de la construcción de mi carrera.

A Luis, Beto y mis sobrinos Betio y Nana por llevar la alegría al hogar.

A mis grandes amigos: Nancy, Doris, Sara, Patty, y Manuel que fueron mi familia aquí.

A mi patria El Salvador que me inspiró a salir adelante.

A mi Alma Mater que me ha enseñado tanto.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Marco Esnaola ,asesor principal, por sus enseñanzas y paciencia.

A la Dra. Beatriz Murillo por dedicación y ayuda para ver culminado este trabajo.

Al Dr. Isidro Matamoros y Carlita de Matamoros por su amistad, hospitalidad y consejos.

A las fincas donde se llevo a cabo este trabajo y a la empresa ALCON, especialmente al Ing. Roberto Suazo, Juan Raudales y Claudia Madrigal por su apoyo.

Al Nancy Quan por su amistad incondicional, apoyo y presencia cuando más la necesite.

A Patty Aguirre y Manuel Gavilánez por su amistad.

Al Departamento de Zootecnia por su ayuda en la realización de este trabajo.

A mi Alma Mater por sus sabias enseñanzas.

INDICE GENERAL

	PAGS.
PORTADA.....	i
APROBACION DE TESIS.....	ii
DERECHO DE PROPIEDAD Y REPRODUCCION.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
INDICE GENERAL.....	vi
INDICE DE CUADROS.....	ix
INDICE DE FIGURAS.....	xi
INDICE DE ANEXOS.....	xii
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 APARATO TERMORREGULADOR DE LOS CERDOS.....	3
2.2 EFECTO DE LAS TEMPERATURAS ALTAS EN LOS ASPECTOS REPRODUCTIVOS DEL CERDO.....	3
2.2.1 EFECTO DE LAS ALTAS TEMPERATURAS EN LAS CERDAS.....	3
2.2.2 EFECTO DE LAS ALTAS TEMPERATURAS EN LOS VERRACOS.....	5
2.3. ANTECEDENTES DE LA INSEMINACION ARTIFICIAL EN CERDOS.....	5
2.3.1 VENTAJAS DE LA INSEMINACION ARTIFICIAL EN CERDOS.....	6
2.3.2 DESVENTAJAS DE LA INSEMINACION ARTIFICIAL EN CERDOS.....	7

	PAGS.
2.3.3 INSEMINACION ARTIFICIAL CON SEMEN CONGELADO.....	8
2.3.4 INSEMINACION ARTIFICIAL CON SEMEN FRESCO.....	10
2.4. FACTORES PARA LOGRAR EXITO EN LA PRESERVACION DE SEMEN FRESCO DE VERRACO.....	12
2.5. UTILIZACION DE DIFERENTES DILUYENTES PARA SEMEN FRESCO EN INSEMINACION ARTIFICIAL EN CERDOS.....	13
2.6. REQUERIMIENTOS COMERCIALES PARA UN EFECTIVO DILUYENTE DE SEMEN DE CERDO.....	15
2.7. EVALUACION DE SEMEN DE VERRACO.....	17
2.7.1 CONCENTRACIONES DE ESPERMATOZOIDES DE ACUERDO A SU APARIENCIA VISUAL.....	18
III. MATERIALES Y METODOS.....	22
3.1. LOCALIZACION DEL ESTUDIO.....	22
3.2. CERDAS.....	22
3.3. VERRACOS.....	23
3.4. DILUYENTES DE SEMEN.....	24
3.4.1 MODENA.....	24
3.4.2 KIEW.....	24
3.5. RECOLECCIONES Y DILUCIONES DE SEMEN.....	24
3.6. EVALUACIONES DE SEMEN DE VERRACOS.....	25
3.6.1 NIVEL VISUAL.....	25
3.6.2 NIVEL MICROSCOPICO.....	25
3.7. TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES.....	26

	PAGIS
3.8. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	26
3.9. CONTROLES EXPERIMENTALES.....	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	28
4.1. DATOS GENERALES DE LAS CERDAS UTILIZADAS EN EL EXPERIMENTO.....	28
4.2. RESULTADOS DE PORCENTAJE DE PREÑEZ EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS.....	29
4.3. EFECTO DE LA TEMPERATURA EN EL PORCENTAJE DE PREÑEZ EN EL EXPERIMENTO.....	31
4.4. NUMERO DE LECHONES NACIDOS VIVOS.....	33
4.5. PESO DE LAS CAMADAS.....	35
4.6. CARACTERISTICAS DEL SEMEN RECOLECTADO.....	36
4.7. EVALUACIONES DE SEMEN DE VERRACOS DE LA FINCA JIREH.....	36
4.8. COSTO DE LA UTILIZACION DE LOS DILUYENTES KIEW Y MODENA.....	37
V. CONCLUSIONES.....	39
VI. RECOMENDACIONES.....	40
VII. RESUMEN.....	41
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	42
IX. ANEXOS.....	44

INDICE DE CUADROS

	PÁGS.
Cuadro 1. Uso de semen congelado de verraco de algunos países	9
Cuadro 2. Resultados de fertilidad obtenidos con diferentes procesos mejorados de congelamiento.....	10
Cuadro 3. Frecuencia de uso de semen fresco en algunos países de porcicultura avanzada.....	11
Cuadro 4. Comparación de la utilización de monta natural vs. inseminación artificial (I.A).....	12
Cuadro 5. Porcentaje de preñez y tamaño de camada utilizando tres diferentes diluyentes (Zorpa, Reading y BTS).....	14
Cuadro 6. Clasificación de apariencia del eyaculado con las recomendaciones de extensión de semen.....	18
Cuadro 7. Rango de concentraciones de espermatozoides según apariencia visual.....	18
Cuadro 8. Correlaciones entre los distintos parámetros de evaluación de semen y los resultados de fertilidad.....	20
Cuadro 9. Pruebas de laboratorio rutinarias hechas por MLC para el eyaculado de verraco.....	21
Cuadro 10. Tratamientos experimentales.....	26
Cuadro 11. Datos de las cerdas que entraron al experimento.....	28
Cuadro 12. Porcentaje de preñez obtenidos en el experimento con los dos diluyentes y los dos centros de recolección.....	29
Cuadro 13. Promedios de porcentajes de preñez del año 1993 de las granjas en que se trabajó.....	30
Cuadro 14. Promedios de lechones nacidos vivos por parto en las diferentes variables estudiadas.....	33
Cuadro 15. Número de lechones nacidos vivos por parto obtenidos con monta natural de las fincas en estudio de 1993.....	34

	PAGS
Cuadro 16. Datos de promedio de peso de camadas al nacimiento obtenidos en el experimento (kg).....	35
Cuadro 17. Evaluaciones visuales del eyaculado de los verracos recolectados en las fincas de San Pedro Sula y Zamorano.....	36
Cuadro 18. Parámetros de evaluación de semen obtenidos en 31 verracos de la granja Jirch, Villanueva, Cortés.....	37
Cuadro 19. Costo de los diluyentes Kiew y Modena por litro	38

BIBLIOTECA WILSON POPENOR
 ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
 APARTADO 83
 TEGUCIGALPA HONDURAS

INDICE DE FIGURAS

	PÁGS.
Figura 1. Porcentajes de preñez y número de lechones nacidos vivos utilizando tres diluyentes de semen: (BTS), modena modificado (MM) y Modena (MR-A).....	14
Figura 2. Efecto del número de inseminaciones por estro, el porcentaje de preñez y número de lechones nacidos vivos.....	16
Figura 3. Porcentaje de preñez con monta natural en las fincas del estudio y temperaturas máximas mensuales.....	32

INDICE DE ANEXOS

	PÁGS.
Anexo 1. Composición del diluyente de semen Kiew.....	45
Anexo 2. Composición de la solución espermaticida.....	46
Anexo 3. Resultados obtenidos en la granja HOBQ, Santa Cruz de Yojoa.....	47
Anexo 4. Prueba de chi cuadrado de los porcentajes de preñez obtenidos en el experimento.....	48
Anexo 5. Análisis de varianza del número de lechones nacidos vivos de los dos centros de recolección de semen y los dos diluyentes.....	51
Anexo 6. Análisis de varianza del peso de camada de los dos centros de recolección de semen y los dos diluyentes utilizados.....	52
Anexo 7. Costo de los diluyentes de semen utilizados en el estudio.....	53

I. INTRODUCCION

La producción porcina ha tenido un auge en los últimos años, esto debido principalmente al aumento de la población mundial y a la necesidad de fuentes de alimento.

Uno de los factores más importantes para el éxito en la producción de cerdos es la reproducción.

En zonas tropicales las altas temperaturas son un factor que puede afectar negativamente los aspectos reproductivos. En los verracos disminuye la fertilidad ya que se ve afectado la espermatogénesis y el líbido y las cerdas van a tener problemas de presentación de celos infértiles, silentes y una baja tasa de ovulación.

La inseminación artificial en cerdos conlleva a una serie de ventajas, con respecto a la monta natural, con esta práctica se pueden acelerar el mejoramiento genético al hacer uso más eficiente de los genes de mejores verracos que han sido previamente probados; permite también la introducción de una amplia variedad de genes tanto en los núcleos de producción como a los grupos de reemplazo, con los que se logra una mejor selección. Además su uso facilita la mantención de un status sanitario al reducir los riesgos de introducción de enfermedades. Por otro lado el semen recolectado a nivel de cada finca es una de las formas más factibles, para el productor, de aplicar la inseminación artificial, usando semen líquido diluido ya que no requiere de un equipo especial para su congelamiento.

La conservación del semen ha sido un punto bastante discutido y del cual depende mucho el éxito de esta tecnología. En este sentido el uso de un diluyente que provea

condiciones adecuadas a los espermatozoides para su conservación y protección durante el almacenamiento es un factor muy importante.

Los diluyentes mas usados son variaciones del diluyente Kiew y el Beltsville (BTS) (Johnson y col 1988).

Los productores de cerdos necesitan preservar el semen líquido el mayor tiempo posible para maximizar su uso y proveer un flexible manejo.

Raudales (1993), en un estudio preliminar hecho en la sección de cerdos de Zamorano encontró que no habían diferencias significativas entre la inseminación artificial con semen líquido y la monta natural a nivel de fincas, en términos de porcentajes de preñez y número de lechones nacidos vivos.

Esto demuestra que esta técnica tiene potencial para ser aplicado en la práctica en fincas de cerdos de Honduras.

Basado en los resultados de experiencias anteriores el presente estudio se planteó con los siguientes objetivos:

1. Comparar el uso de dos diluyentes de semen de cerdo (Kiew y Modena) y ver el efecto que tienen estos diluyentes en el porcentaje de preñez y el número de lechones nacidos vivos de cerdas multíparas.
2. Conocer las diferencias en fertilidad de semen de verraco mantenidos en condiciones de trópico húmedo (San Pedro Sula) y de verracos en trópico seco (El Zamorano).

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 APARATO TERMORREGULADOR DE LOS CERDOS.

El sistema termorregulador, de los cerdos es en general poco eficiente, si se compara con el de los bovinos, caprinos y ovinos. Una de las razones de esto es que los cerdos tienen muy pocas glándulas sudoríparas y están envueltas en una gruesa capa de grasa que actúa a modo de aislante, lo que ocasiona que sean más susceptibles a elevadas temperaturas (Murphy y col., 1989 y Flowers y col., 1989).

En condiciones de altas temperaturas los cerdos no pueden cambiar su patrón de respiración rápida y poco profunda a lenta y profunda, por lo que la pérdida de calor por el tracto respiratorio ocurre por el calentamiento del aire inspirado cuando la temperatura del ambiente es menor a la temperatura del cuerpo del cerdo (Murphy y col., 1989).

2.2 EFECTO DE LAS TEMPERATURAS ALTAS EN LOS ASPECTOS REPRODUCTIVO DEL CERDO

La temperatura alta, afecta tanto a las hembras multíparas, hembras jóvenes o chanchillas y a los verracos.

2.2.1 Efecto de las altas temperaturas en las cerdas

En estudios realizados por Flowers y col. en 1989 se observó que chanchillas sometidas en ambientes controlados a temperaturas de 33 °C, alcanzaron la pubertad

después de los 200 días, presentando un rango menor de ovulación y una mayor incidencia de folículos quísticos respecto a las hembras sometidas a 15° C. Además las chanchillas sometidas a 33 °C presentaron un aumento en el ritmo respiratorio, siendo esta una respuesta del animal para compensar la temperaturas altas.

Buxáde (1984) señala que las temperaturas elevadas también tiene un efecto en la fecundación e implantación de los embriones, observándose que las temperaturas ideales para estos dos procesos oscilan entre 12 y 16° C. También se indica que la tensión causada por el calor (más de 29.5 °C) provocan la muerte precoz del embrión y esto es particularmente importante cuando los embriones empiezan a implantarse en la pared uterina.

El calor excesivo durante la preñez puede ser causa de que nazcan lechones muertos y las cerdas pueden morir si están sometidas a la tensión por el calor durante el parto (McGlone, 1989).

Maxwell y col (1989), demostraron que los principales efectos que producen las temperaturas altas en cerdas lactantes es la reducción en el consumo de alimento, lo cual provoca un aumento de la pérdida de peso durante el período de lactación observándose también una disminución en la secreción láctea de la cerda y camadas con menos peso al destete. Este menor consumo también puede traducirse en una baja en el vigor físico de la cerda, lo que afecta la expresión de estro después del destete.

2.2.2 Efecto de las altas temperaturas en los verracos

Cuando la temperatura del aire sube a más de 29,5 °C, empiezan a morir los espermatozoides inmaduros del verraco y dos a ocho semanas más tarde, el eyaculado del verraco contendrá muchos espermatozoides muertos. Si el calor es excesivo el eyaculado del verraco puede quedar afectado inmediatamente. También esta temperatura excesiva va a tener un efecto en el comportamiento sexual del verraco observándose que cuando la temperatura del aire supera los 37,6 °C el verraco por lo general no monta. Sin embargo, es más importante determinar el efecto de altas temperaturas sobre la fertilidad del semen, ya que el verraco puede continuar montando aunque su eyaculado no tenga la capacidad de engendrar, especialmente si tuvo que soportar calor por períodos prolongados (McGlone, 1989).

2.3 ANTECEDENTES SOBRE INSEMINACION ARTIFICIAL EN CERDOS

Es obvio que desde el punto de vista genético la inseminación artificial de cerdos nunca podrá alcanzar la importancia que tiene la inseminación artificial en bovinos y esto se debe a diversas razones; la cerda contribuye más a la genética de la población por tener alrededor de 20 lechones por año al contrario de la vaca, y el intervalo de generaciones es sólo la mitad del que tiene el ganado bovino. También, el verraco, sólo produce una fracción del número de dosis de inseminaciones que produce el toro. A pesar de lo anterior la inseminación artificial en cerdos ha demostrado un rápido crecimiento particularmente durante la década de los ochenta, desde un modesto comienzo durante los años cincuenta. Por ejemplo, el número de cerdas inseminadas en

Suecia aumento al doble entre 1985 y 1989 con 140,000 dosis vendidas por año. En 1989 en Noruega sólo el 25 % de las cerdas fueron fecundadas por monta natural (Crabo, 1992).

2.3.1 Ventajas de la inseminación artificial en cerdos

* Los riesgos de transmisión de enfermedades con inseminación artificial es generalmente más bajo que en monta natural, esto se debe principalmente a tres razones: No hay contacto de un animal con otro, además los antibióticos son usados comúnmente en los diluyentes de semen y una gran porción de microorganismos son neutralizados por el semen de verraco, posiblemente por la acción de la hemaglutinina (Crabo y Dial, 1992).

* Facilita el empleo de semen de los verracos de mejor calidad en mayor número de hembras

* Reduce la inversión de verracos logrando un mayor número de cerdas por verraco, disminuyendo así los costos de los machos tanto de manejo como de alimentación, sanitarios ,etc. (Crabo y col., 1992).

* Verracos de alta calidad genética, que se encuentran principalmente en centros de recolección de semen, pueden ser utilizados por cualquier productor, logrando así un mejoramiento genético

Al trabajar con semen congelado, se logran ventajas como la preservación por un largo período de tiempo y se facilitaba el transporte del semen de un país a otro país.

Hoy sin embargo por los transportes aéreos rápidos hace que el semen diluido fresco puedan utilizarse con fines de exportación e importación.

2.3.2. Desventajas de la inseminación artificial en cerdos

- * Requiere de una buena detección de celo, para así realizar las inseminaciones justo en el momento ideal y lograr buenos niveles de fertilización. Si este proceso no se lleva a cabo en el momento justo la inseminación artificial, no tendrá éxito, por lo que para realizar esta labor en buena forma se necesita una persona especializada.
- * El proceso de inseminación artificial requiere de mucha paciencia para el productor en el entrenamiento para la colección de los verracos, el procesamiento del semen y la inseminación de la cerda. (Crabo y Dial., 1992).
- * La duración de la viabilidad de un eyaculado ya diluido varía mucho dependiendo principalmente de los diluyentes que se utilicen y del manejo de la temperatura en el almacenamiento (que varía de 15 a 20 °C), pero esta duración se encuentra entre los rangos de tres a siete días (Crabo 1992).
- * La fertilidad que se obtienen con semen congelado es baja en comparación con semen fresco. Esto se debe principalmente al decrecimiento de la motilidad de los espermatozoides después del descongelamiento y de la integridad de la membrana, por estas razones el uso de semen congelado es en la actualidad limitado.

Los porcentajes de preñez se reducen aproximadamente entre un 10 y un 20 % y el tamaño de la camada en uno a dos lechones por camada comparado con semen fresco (Almlid, 1987).

- * Los análisis de laboratorio de calidad de semen son muy limitados para evaluar el potencial de la fertilidad de los verracos
- * Hay una considerable variación individual en la habilidad para el congelamiento del semen de verracos
- * El productor debe tener acceso a nitrógeno líquido (Reed y Curnock., 1990).

2.3.3. Inseminación artificial con semen congelado

En lo que se refiere a inseminación artificial en cerdos con semen congelado, Pond y col, (1991; citado por Crabo, 1992) señala que en los Estados Unidos, la mayoría del semen congelado producido es exportado (60 %) ya que tiene una duración prolongada.

En el Cuadro 1 se presenta la utilización de semen congelado de cerdo en los países de porcicultura avanzada.

Cuadro 1. Uso de semen congelado de verraco de algunos países

Países	# de LA. con semen congelado (miles)
Alemania	100
España	200
EUA	7,500*
Francia	200
Gran Bretaña	menos de 100
Holanda	16
Italia	15
Suiza	66

Reed (1985; citado por Crabo, 1992)

* El 60 % de las dosis fueron exportadas.

Desde 1970 se han publicado numerosos estudios de inseminación artificial utilizando semen congelado y se han desarrollado varios métodos de congelamiento de semen por diferentes investigadores (desde Graham y col., 1978 hasta Johnson, 1980). A pesar de existir diferentes métodos de congelamiento los principales pasos que se realizan en todos los métodos son los mismos:

1. Equilibrio,
2. Concentración por centrifugación,
3. Adición del glicerol y
4. Congelamiento

Resultados de estudios realizados por Johnson (1980) con algunos de los diferentes métodos de congelamiento se pueden observar en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Resultados de fertilidad obtenidos con diferentes procesos mejorados de congelamiento

Proceso de congelamiento	% de Preñez	Tamaño de camada
Método Beltsville	53	8.2
Proceso francés	58	8.8
Método alemán	65	8.5

Johnson, 1980

2.3.4. Inseminación artificial con semen fresco

En la actualidad el semen fresco es mucho más utilizado que el semen congelado para la inseminación artificial en cerdos. Las colecciones a nivel de finca de los verracos son usadas tanto con fines genéticos, como por razones de manejo en piaras comerciales, habiéndose demostrado que la inseminación artificial disminuye el número de verracos en la piara y las labores de manejo en comparación con la monta natural (Crabo, 1992).

En el Cuadro 3 se presenta el uso del semen fresco de verraco para inseminación artificial en los países de porcicultura avanzada.

Cuadro 3. Frecuencia de uso de semen fresco en algunos países de porcicultura avanzada.

País	# de I.A./año miles	% de cerdas inseminadas
Alemania	15	23
España	350	13
EOA	190	8
Francia	116	9
Gran Bretaña	190	9
Holanda	1,992	56
Italia	175	23
Suiza	60	10

Johnson (1991; citado por Crabo, 1992)

Flowers y col. en 1990 (citado por Crabo y Dial, 1992) realizaron un estudio en el cual comparó el uso de semen fresco con la monta natural. Las cerdas fueron inseminadas o montadas dos veces en el período de celo.

Los resultados obtenidos por estos autores en cuanto al promedio de porcentaje de preñez y número de lechones nacidos vivos fueron similares como se ve en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Comparación de la utilización de monta natural vs inseminación artificial (I.A.)

	monta natural	I.A
# de cerdas	80	80
% de Preñez	87.3	80.9
Tamaño de la camada	10.3	9.4

Flowers y col.(1989 ;citado por Crabo y Dial, 1992)

2.4 FACTORES PARA LOGRAR EXITO EN LA PRESERVACION DE SEMEN FRESCO DE VERRACO

El uso efectivo de semen fresco de verraco para la inseminación artificial depende de la habilidad del diluyente, para proveer un medio nutritivo ideal y un ambiente protegido para los espermatozoides durante su almacenamiento, minimizando los cambios de temperatura (Johnson y Rath, 1991, citado por Crabo y Dial., 1992).

Rillo (1984) estableció ciertos pre-requisitos que debe tener el semen para poder mantenerlo viable. Estos son los siguientes:

- * Selección de verracos con la mejor calidad de semen y baja susceptibilidad a almacenamientos prolongados.
- * Debe usarse sólo la fase rica en espermatozoides del eyaculado para la dilución
- * La frecuencia de recolección de semen de una vez a la semana en verraco jóvenes y de una a dos veces por semana en verracos adultos.
- * Deber usarse un índice de dilución de 1 : 10, cuando la concentración de la fase rica en espermatozoides es alta

* El uso de doble inseminación por cerda por celo, con un intervalo de 12 horas entre cada inseminación

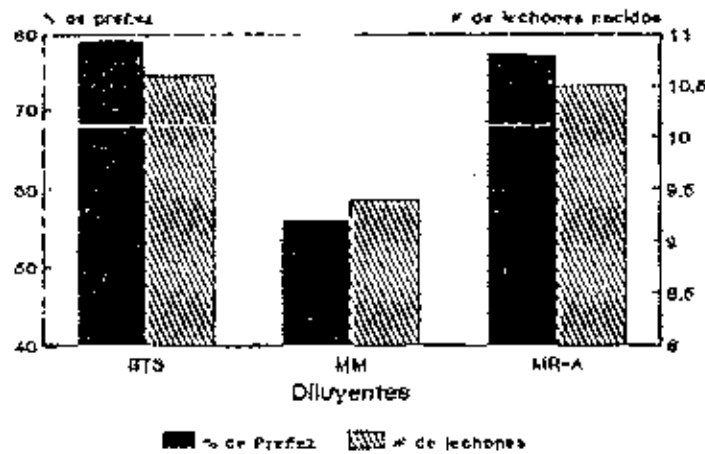
2.5 UTILIZACION DE DIFERENTES DILUYENTES PARA SEMEN FRESCO EN INSEMINACION ARTIFICIAL EN CERDOS

Los productores de cerdos necesitan almacenar el semen líquido el mayor tiempo posible para maximizar su uso y proveer un manejo flexible.

El desarrollo de un diluyente que prolongue la viabilidad de los espermatozoides, ha sido un trabajo que se ha ido realizando desde 1980.(Johnson y Rath, 1991; citado por Crabo y Dial.,1992).

La duración de la viabilidad del semen procesado en forma líquida, ha sido muy variada y depende del diluyente que se utilice. Johnson y col. (1988) realizaron un estudio utilizando 2896 cerdas, en el cual compararon la capacidad de fertilidad de semen de verraco utilizando 3 diluyentes diferentes; BTS, Modena Modificado (MM) y Modena (MR - A). Adicionalmente se estudió la viabilidad del semen al primer, tercer y cuarto día después de recolectado. Los resultados de este trabajo se presentan en la Figura 1. En ella se observa que se obtuvieron los resultados más bajos en porcentaje de preñez (58,4%) y número de lechones nacidos vivos (9.4) en la utilización del diluyente modena modificado (MM). No hubo diferencia significativa en los porcentajes de preñez y número de lechones nacidos vivos obtenidos entre el diluyente BTS y Modena (MR - A).

Figura 1. Porcentaje de preñez y número de lechones nacidos vivos utilizando tres diluyentes de semen: (BTS), Modena Modificado (MM) y Modena (MR-A).



Johnson 1990

En otro estudio posterior realizado por Reed y Curnock, (1990) se compararon tres diferentes diluyentes (ZORPA, Reading y BTS). Se trabajó con dosis de 1.5×10^9 espermatozoides por dosis y un volumen de 75 cc. Las dosis se utilizaron hasta cinco días después de la recolección, sin tomar en cuenta este parámetro en el estudio los resultados de este experimento se encuentran en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Porcentajes de preñez y tamaño de la camada utilizando tres diferentes diluyentes (ZORPA, Reading y BTS).

	ZORPA	Reading	BTS
Porcentaje de preñez	75.6	75.4	76.9
Tamaño de la camada	10.6	10.8	10.9

Reed y col. 1990

No se observaron diferencias significativas en los porcentajes de preñez con la utilización de los tres diluyentes utilizados, y tampoco hubo diferencia en el tamaño de camada.

2.6 REQUERIMIENTOS COMERCIALES PARA UN EFECTIVO DILUYENTE DE SEMEN DE CERDOS

Las funciones fisiológicas de un diluyente se definen como la capacitación del espermatozoide de ser mantenidos en un estado viable por un período de tiempo variable permitiendo mantener su capacidad para fertilizar una gran cantidad de óvulos a un mínimo costo y riesgo en salud.

Según Reed (1992) los requerimientos comerciales que debe poseer un buen diluyente de semen fresco para cerdos son:

a) Niveles de fertilidad: uno de los más importantes atributos de un buen diluyente de semen es la alta fertilidad. (Porcentaje de preñez y número de lechones nacidos vivos)

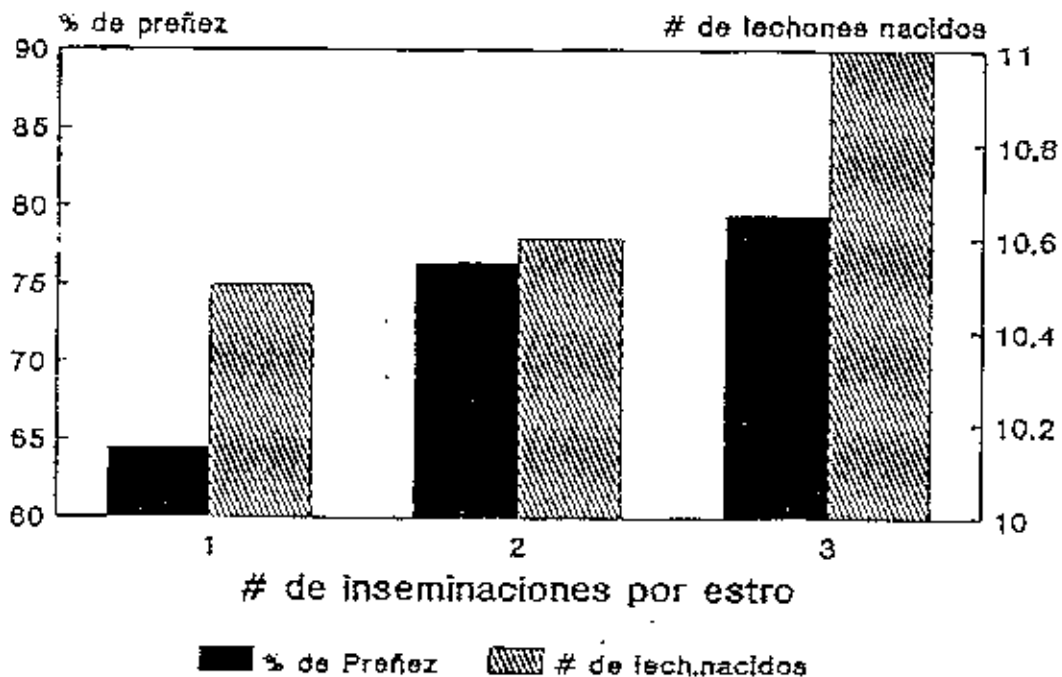
b) Capacidad de almacenamiento de semen: los centros de inseminación artificial necesitan niveles altos de viabilidad de semen que se prepara con fines de exportación en términos del número de días que este puede usarse. El alto crecimiento de los servicios de entrega de semen ha requerido por los menos de cinco a seis días para lograr éxitos. Al obtener un mayor número de días viables, se obtienen los siguientes beneficios: costos de transporte disminuyen, permite reducir pérdidas, cubrir un mayor número de cerdas, etc.

c) Dosis de semen requeridas: Para las inseminaciones las recomendaciones que se hacen respecto a la concentración de la dosis son muy variables. Se recomiendan dosis de semen de 2 a 3×10^9 espermatozoides / cc.

Se recomienda también efectuar de dos a tres inseminaciones por cada celo y como se observa en la Figura 2, esto tiene un importante efecto en el porcentaje de preñez y número de lechones nacidos vivos.

d) Consideraciones de la salud de los animales: es esencial que todos los diluyentes de semen contengan alguna

Figura 2. Efecto del número de inseminaciones por estro, en el porcentaje de preñez y número de lechones nacidos vivos



Citado por Reed, 1982

forma de antibiótico que minimice el riesgo de transmisión de organismos nocivos a través del semen. Esto se da en los países donde la inseminación artificial se está usando para introducir una nueva raza ó material genético nuevo.

e) Costo del diluyente: El costo de producción del diluyente no sólo incluye el costo de los ingredientes sino también el de su preparación.

d) Rango de temperatura de almacenamiento del semen: se recomienda almacenar el semen en un rango de 15 a 20 ° C.

Otros factores que afectan los niveles de fertilidad del semen de cerdo son: tipo de verraco, número y tiempo de inseminación en cada estro, el inseminador y los efectos de clima.

2.7 EVALUACION DE SEMEN DE VERRACO

La evaluación de la calidad del semen es una práctica importante en la inseminación artificial y para la preservación de semen.

Hay dos formas de realizar las evaluaciones: a nivel visual o a nivel de laboratorio contando con equipo especializado.

A nivel visual se puede hacer según su apariencia la cual se correlaciona con la concentración espermática y con su posible relación de dilución. En el Cuadro 6 se presenta el patrón de apariencia visual y la relación con el grado de dilución que recomienda la compañía SGI (Swine Genetics International; 1990).

Cuadro 6. Clasificación de apariencia del eyaculado con las recomendaciones de extensión de semen

Apariencia	Relación de dilución semen : diluyente
Cre moso	1 : 7 a 1 : 12
Le choso	1 : 4 a 1 : 7
Como suero	1 : 2 a 1 : 4

SGI, 1990.

2.7.1 Concentraciones de espermatozoides de acuerdo a su apariencia visual

Para realizar las diluciones de semen utilizando la apariencia visual, Reed (1992) ha propuesto una relación entre ésta y concentraciones espermáticas expresando estas últimas en rangos como se detalla en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Rango de concentraciones de espermatozoides según apariencia visual

APARIENCIA VISUAL	CONCENTRACION (millones de esp./cc)
Opaca	50 a 200
Le chosa	300 a 500
Cre mososa	500 a 1000

(Reed 1992)

La concentración de espermatozoides también puede calcularse a nivel microscópico a través de la utilización del hemocitómetro, o con la utilización de un espectrofotómetro.

Se recomienda que cada dosis para inseminación artificial tenga por lo menos entre dos a tres billones de espermatozoides por cc.

A nivel de laboratorio principalmente se realizan las siguientes determinaciones:

- a) Motilidad
- b) Morfología
- c) Concentración

La motilidad es evaluada microscópicamente. Esta evaluación debe hacerse inmediatamente después de la recolección.

Se ha observado algunas veces que la correlación entre los parámetros de calidad de semen efectuado en el laboratorio con los datos de fertilidad son bajos, como se indica en el Cuadro 8. Esto, no necesariamente desacredita los ensayos de evaluación de semen. (Reed, 1988).

Cuadro 8. Correlaciones entre los distintos parámetros de evaluación de semen y los resultados de fertilidad.

Ensayos de Laboratorio	% Resultados de fertilidad	# promedio de lechones nacidos
% esp. deformes (excluyendo daño citoplásmico)	-0.06	-0.07
% esp. deformes (incluyendo daño citoplásmico)	-0.15	-0.12
Concentración de espermatozoides	0.04	0.11
Índice de motilidad en día 1	0.19	0.11
% de motilidad en día 3	0.15	0.17
Media mensual de motilidad	0.17	0.20

MLC Semen Delivery Service, 1980 (citado por Reed 1988)

Adicionalmente a los criterios de evaluación de semen de laboratorio, se estudian otros parámetros como: integridad de la membrana, integridad del acrosoma, motilidad, sensibilidad al stress, actividad de enzimas específicas, concentración de metabolitos, estructura de la cromatina y varios parámetros que se toman para determinar la interrelación entre el espermatozoide y el óvulo. (Wolders, 1992).

Se ha trabajado en la utilización de diferentes procesos de pruebas para evaluar la calidad y viabilidad de semen de verraco, pero pocos de estos son usados en forma

comercial debido principalmente al tiempo que se demora al realizarse. El método más usado es el propuesto por el MLC (Meat and Livestock Comission) del centro de cruzamiento de cerdos (citado por Reed, 1988), cuyos criterios de evaluación se describe en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Pruebas de laboratorio rutinarias hechas por MLC para el eyaculado de verracos

CRITERIO	RANGO	DECISION
PRUEBA SUBJETIVA DE MOTILIDAD DEL SEMEN	muy buena	usable
	buena	usable
	regular	usable solo en altas concentraciones
	pobre	descartado
	muerto	descartado
VOLUMEN DE SEMEN	70 a 400 cc	
CONCENTRACION DE ESPERMATOZOIDES	1.2 a 10.0 * 10 ⁶ csp/cc	
NUMERO TOTAL DE ESPERMATOZOIDES	20 a 140 * 10 ⁷ csp.	
ESPERMATOZOIDES ANORMALES	Cabezas malformadas acrosomas dañados Cabezas dañadas Colas enrolladas Colas cortas, etc.	se aceptan menos del 30 %.

MLC Semen Delivery Service, 1980.(citado por Reed 1988)

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 LOCALIZACION DEL ESTUDIO

El presente experimento se realizó del 7 de Septiembre de 1993 a 9 de Junio de 1994, en cinco fincas de contratistas y propias de la empresa ALCON, S. A. de C.V., en los alrededores de San Pedro Sula,

- a) JIREH: A 35 Km. al sureste de San Pedro Sula, en la comunidad de Santiago, Pimienta, Cortés.
- b) GRAPOLI: Aproximadamente en el Km. 40 carretera de San Pedro Sula a Occidente en la comunidad de Limones, Quimistán, Santa Barbara.
- c) INSAL: Aproximadamente en el Km. 15 de la carretera de San Pedro Sula a Occidente, Las Brisas, Municipio de Cofradía.
- d) SAN LUCAS: Localizada aproximadamente a 30 Km. al norte de San Pedro Sula, Monterrey, Choloma, Cortés.
- e) El HOBO: Localizado a 70 Km. al Sureste de San Pedro Sula, Santa Cruz de Yojoa, Cortés.

3.2 CERDAS

Se emplearon 100 cerdas multiparas híbridas y puras, de la raza Yorkshire, Landrace y Duroc; que presentaron su primer celo después del destete y cerdas que repitieron celo, con menos de 42 días de haber sido montadas. La detección de celo se realizaba introduciendo un verraco entero en la mañana y en la tarde. Las cerdas que

entraban en celo, se marcaban y se registraba su número y se procedía a realizar las inseminación. Se realizaron dos inseminaciones durante el periodo de celo.

Si el celo se detectaba en la mañana, se realizaba la inseminación en la tarde. Si se detectaba celo en la tarde, la inseminación se hacía la mañana siguiente, dejando de ocho a doce horas desde la detección de celo a la inseminación. La segunda inseminación se manejó de la misma forma.

Las cerdas inseminadas pasaban a los corrales de cinco a seis semanas para hacer el seguimiento de la detección de celo. Las cerdas que repetían celo eran consideradas como repeticiones, las que no repetían se esperaba que parieran para tomar los datos de la camada al momento del parto.

3.3 VERRACOS

Se emplearon 31 verracos, cuatro de Zamorano y 27 de las fincas de ALCON. Tanto el tipo de alimento (alimento de gestación con 12 a 13 % de proteína cruda), como cantidad por día (2 kg) fue similar.

Los verracos eran alojados en todas las fincas en verraquera individuales.

Las recolecciones de semen en Zamorano, se realizaron cuando el verraco no había montado por lo menos en los últimos cuatro días. Las recolecciones de semen en las fincas del estudio se realizaron cuando los verracos no había montado por lo menos en los últimos tres días.

3.4 DILUYENTES DE SEMEN

3.4.1 Modena

Este diluyente fue importado de la Compañía de Inseminación Artificial de cerdos Swine Genetics Internacional (SGI), localizada en Des Moines, Iowa, EEUU; su composición no se tiene por ser una patente.

3.4.2 Kiew

La composición de este diluyente se presenta en el Anexo I. Su preparación se realizó en el laboratorio de Nutrición Animal de Zamorano, y fue almacenado en bolsas plásticas (de 30.5 cm. * 15.6 cm., impermeables con un grosor de pared de) a temperatura ambiente para su utilización posterior.

3.5 RECOLECCIONES Y DILUCIONES DE SEMEN

Las recolecciones de semen en Zamorano se efectuaron con cuatro verracos (dos híbridos PIC, un Duroc puro y un Landracc puro), un día antes de la fecha en que el semen iba a ser utilizado. Para la recolección se usó una cerda en celo o el banco de monta, las colecciones se hicieron usando el sistema de la mano. El eyaculado del verraco se recolectó en una bolsa plástica colocada en un recipiente de styrofoam, de boca ancha que era cubierta con una gasa y sujeta con una banda de hule en el extremo donde entraba el semen para separar la porción gelatinosa de la fracción rica en espermatozoides del eyaculado.

Una vez terminada la recolección el eyaculado se llevaba al laboratorio para realizar la dilución. Esta se realizaba por apariencia visual de acuerdo a lo recomendado por la SGI (Cuadro 6).

El semen diluido se almacenó en una unidad eléctrica con temperatura graduada a 18 a 20 °C (Koolatron)¹, hasta el momento de la inseminación. Antes de realizar la inseminación el semen era colocado a medio ambiente de cinco a diez minutos con el fin de aumentar la temperatura del semen y así activar el metabolismo y la motilidad de los espermatozoides.

Cuando se realizaban las recolecciones de semen en las diferentes fincas en donde se inseminaba, el proceso era parecido.

3.6 EVALUACION DEL SEMEN DE VERRACOS

Se realizaron evaluaciones de semen en la finca Jirch en San Pedro Sula con 31 verracos.

Las evaluaciones fueron a nivel visual y microscópico.

3.6.1 Nivel visual

* **Apariencia:** Esta prueba se realizó según lo recomendado por la SGI (Cuadro 6).

* **Volumen:** El eyaculado se midió en cc. en un vaso graduado de laboratorio.

3.6.2 Nivel microscópico

* **Motilidad:** Se midió utilizando lentes de 10X y luego 40X en forma subjetiva estimando el porcentaje de motilidad.

¹.Unidad eléctrica comprada en la Compañía S.G. I.

* **Concentración:** Para esto se utilizó un hemocitómetro, tomándose una gota de eyaculado que se diluyó en una proporción de 1 : 20 con solución espermaticida (Anexo 2).

* **Morfología:** Al efectuar el conteo para determinar la concentración, se pudo realizar la prueba de morfología

(se observaron espermatozoides: deformes, sin cola, sin cabeza, colas enrolladas, colas cortas, colas con dos cabezas, etc.), expresando las anomalías en porcentaje.

3.7 TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES

Los tratamientos experimentales fueron cuatro (dos diluyentes y dos centros de recolección) como se indica en el Cuadro 10:

Cuadro 10. Tratamientos experimentales

DILUYENTE	KIEW		MODENA	
CENTRO DE RECOLECCION	SAN PEDRO SULA	ZAMORANO	SAN PEDRO SULA	ZAMORANO

3.8. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño completamente al azar, con un arreglo factorial de 2×2 , el factor A fueron los diluyentes de semen (Kiew y Modena) y el factor B fueron los centros de recolección de semen, (las granjas de ALCON y la sección de ganado porcino en Zamorano)

Los datos estadísticos fueron analizados con el programa SAS (Statistical Analysis System).

3.9. CONTROLES EXPERIMENTALES

Para las cerdas fueron:

- * Repeticiones de celo
- * Porcentaje de preñez
- * Número de lechones nacidos vivos
- * Peso de camada al nacimiento

Adicionalmente se utilizaron los siguientes datos con fines de análisis de los resultados:

- * Promedio anual de 1993 de número de lechones nacidos vivos de cada una de las fincas estudiadas
- * Promedio anual de 1993 de porcentaje de preñez de cada una de las fincas estudiadas
- * Temperaturas promedios mensuales máximas de San Pedro Sula en 1993

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DATOS GENERALES DE LAS CERDAS UTILIZADAS EN EL EXPERIMENTO

A continuación en el Cuadro 11 se presentan detalles de las cerdas que fueron utilizadas en el experimento:

Cuadro 11. Datos de las cerdas que entraron al experimento.

CERDAS UTILIZADAS	NUMERO
Cerdas inseminadas	100
Cerdas muertas después de inseminadas	3
Cerdas removidas	28
Cerdas que quedaron en el ensayo	69
Cerdas no preñadas	16
Cerdas preñadas	53
Cerdas paridas	45
Cerdas no paridas	8

De las 100 cerdas que se inseminaron, en las cinco fincas comerciales donde se trabajó, tres cerdas murieron sin reportarse las causas.

En lo que respecta a las cerdas que fueron removidas (28) del experimento, 19 de ellas, fueron las inseminadas en la granja HOBBO, en Santa Cruz de Yojoa, esta remoción se hizo porque se tuvieron problemas por los cortes de energía eléctrica, y el semen colectado y diluido estuvo más de seis horas sometido a temperaturas inadecuadas ya que esta subió hasta 25 °C. Por consiguiente los datos de esta granja no se tomaron en cuenta, para los análisis del estudio porque los porcentajes de preñez fueron muy bajos obviamente. (Anexo 3)

Las nueve restantes (dos de la finca San Lucas, tres de Jireh y cuatro del Hobo), fueron removidas de las fincas sin conocerse las causas.

4.2 RESULTADOS DE PORCENTAJE DE PREÑEZ EN LOS DISTINTOS

TRATAMIENTOS

En el Cuadro 12 se presentan los porcentajes de preñez, tomando en cuenta los dos diluyentes y los dos centros de recolección de semen.

Cuadro 12. Porcentajes de preñez obtenidos en el experimento con los dos diluyentes y los dos centros de recolección.

CENTRO	DILUYENTE				Prom.*	n
	Kiew	n	Modena	n		
Zamorano	83	6	78	18	79	24
San Pedro Sula	72	29	81	16	75	45
PROMEDIO	74.3	35	79.4	34	77	69

n = 69

* Promedio ponderado

Se puede observar que los porcentajes de preñez no mostraron diferencias significativas al análisis de Chi cuadrado, (Anexo 4) entre la utilización del diluyente Kiew (74.3%) y Modena (79.4%). Tampoco se observan diferencias entre los porcentajes de preñez obtenido en las cerdas inseminadas con semen recolectado en Zamorano, que fue de 79 % y el semen recolectado en San Pedro Sula que fue 75 %.

El número total de cerdas que fueron inseminadas (69) para el experimento resultó ser más bajo que lo originalmente se había planeado.

Los resultados de este experimento son similares a los obtenidos por Pérez y col. (1984; citado por Weitze, 1990) quienes no encontraron diferencias significativas entre los porcentajes de preñez, obteniendo 70 % con el diluyente Modena y 80.5 % con el diluyente Kiew.

En el Cuadro 13 se ha incluido la información de los registros de cada finca en las que se observa el promedio general del porcentaje de preñez obtenido con monta natural y el promedio general obtenido en estas mismas fincas para las cerdas inseminadas.

Cuadro 13. Promedios de porcentajes de preñez del año 1993 de las granjas en que se trabajó.

Granjas	% de Preñez con I. A.	n	% de Preñez con Monta Natural	n
Jireh	77	38	66.4	1162
San Lucas	82	18	68.5	938
Insal	71	8	76.1	708
Grapoli	60	5	70.0	889
PROMEDIO TOTAL	77	69	68.6	3697

* Promedio ponderado

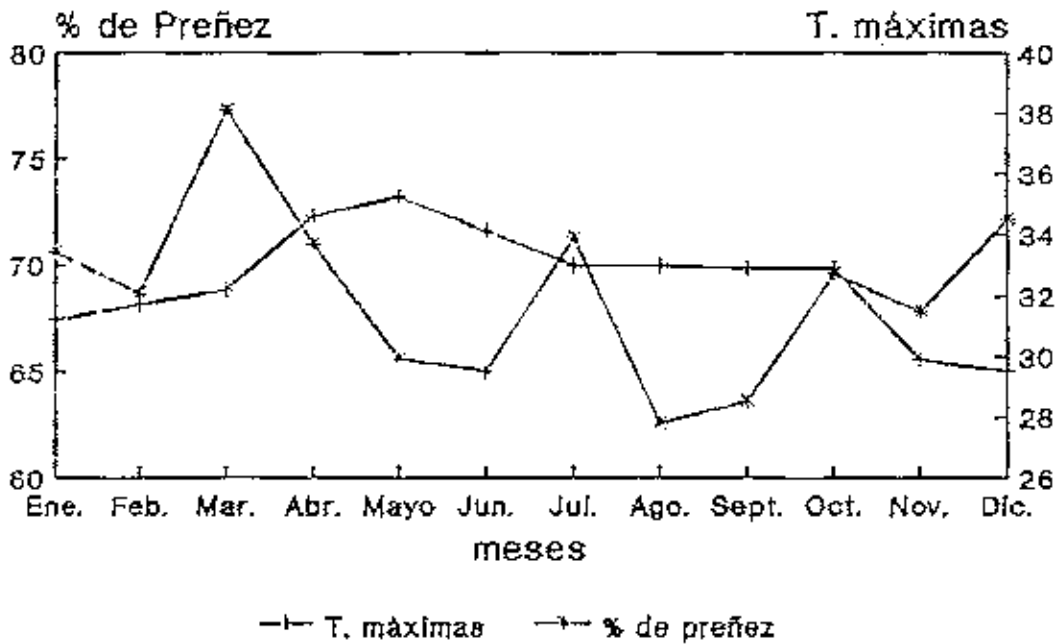
Se observa, que bajo las condiciones del experimento, se obtuvo un porcentaje de preñez promedio más alto utilizando inseminación artificial (77 %) que con monta natural, (68.6%). Es de notar que el número de cerdas inseminadas en el experimento fue bajo (69) en comparación con las cerdas servidas en forma natural en 1993 (3697).

En un estudio realizado por Hagen (1986; citado por Crabo y Dial., 1992) se comparó inseminación artificial con monta natural; no encontrando diferencias significativas en porcentajes de preñez, obteniendo 80 % con monta natural (392 cerdas), y un 88 % con inseminación artificial (179 cerdas), mostrando estos resultados una tendencia a presentar porcentajes de preñez un poco más altos para la inseminación artificial; al igual que los resultados del presente experimento.

4.3 EFECTO DE LA TEMPERATURA EN EL PORCENTAJE DE PREÑEZ EN EL EXPERIMENTO

Con el objeto de observar el efecto de las temperaturas máximas registradas en San Pedro Sula, sobre los parámetros reproductivos en los meses en que se realizó el experimento, en la Figura 3 se muestra la relación de los porcentajes de preñez obtenidos con monta natural y las temperaturas máximas mensuales del área registradas por la estación meteorológica Modelo.

Figura 3. Porcentaje de preñez con monta natural en las fincas del estudio y las temperaturas máximas mensuales.



Estación meteorológica Modelo y Datos
del programa PIGCHAMP

No se observa un efecto claro de las temperaturas máximas sobre el porcentaje de preñez, aunque se puede ver una disminución de este porcentaje en los meses con temperaturas máximas más altas (Abril, Mayo y Junio); por el contrario en los meses de Agosto y Septiembre los porcentajes de preñez son bajos (62.6 % y 63.6 % respectivamente) y las temperaturas no son las más altas (33C y 32.9C respectivamente).

Las temperaturas máximas promedio mensuales están por encima de las temperaturas recomendadas (29.5C) (Buxáde, 1984) pero este efecto puede ser

contrarrestado con las temperaturas bajas durante la noche ya que estas no sobrepasan las temperaturas límites.

De todas maneras el porcentaje de preñez que se obtienen en las granjas al utilizar monta natural son en general bajos, esto puede deberse al efecto de las temperaturas, pero también pueden estar involucrados otros factores.

4.4 NUMERO DE LECHONES NACIDOS VIVOS

En el Cuadro 14 se presentan los promedios de lechones nacidos vivos por camada del experimento.

Cuadro 14. Promedios de lechones nacidos vivos por parto en las diferentes variables estudiadas.

CENTRO	DILUYENTES					
	KIEW	n	MODENA	n	PROM.	n
Zamorano	8.6	5	8.0	12	8.3	17
San Pedro Sula	8.9	15	7.6	13	8.3	28
PROMEDIO*	8.8	20	7.8	25	8.3	45

n = 45

* Promedio ponderado

No se observaron diferencias significativas en el número de lechones nacidos vivos por la utilización de los dos diluyentes de semen (8.8 con Kiew y 7.8 con Modena), ni tampoco entre las camadas originadas por los dos centros de recolección.

La diferencia de un lechón al nacimiento, en favor del diluyente Kiew no es significativa y esto se debe a que este parámetro tuvo un coeficiente de variación muy alto (33.2%, Anexo 5) lo que explica que no haya habido diferencias estadísticas.

Datos similares obtuvo Pérez y col. (1984; citado por Weitze, 1990) cuando realizó un ensayo con el fin de ver si habían diferencias en la utilización de dos diferentes diluyentes (Modena y Zorlesco) logrando 8.5 lechones nacidos vivos por camada para el diluyente Modena, que es superior a 7.8 lechones logrados en este experimento.

Igualmente Raudales (1993), en condiciones similares a las de este experimento, utilizando el diluyente Modena, obtuvo un promedio de 9.9 lechones nacidos vivos. Tampoco encontró diferencias en número de lechones nacidos vivos en monta natural e inseminación artificial. En el Cuadro 15 se presenta el número de lechones nacidos vivos obtenidos con monta natural en las fincas en estudio.

Cuadro 15. Número de lechones nacidos vivos por parto obtenidos con monta natural de las fincas en estudio de 1993

FINCAS	n	LECHONES NACIDOS VIVOS
Jireh	745	9.0
San Lucas	552	8.9
Grapoli	569	8.5
Insal	515	8.3
PROMEDIO*	2381	8.7

Registros del programa FIGULAMP.

n= Número de partos

* Promedio ponderado

Se puede observar que el promedio ponderado con monta natural fue de 8.7 lechones nacidos vivos por parto. Comparando este dato con el obtenido con inseminación artificial, (8.3), es un poco más alto; lo que puede haberse debido a que en

la mayoría de los casos la segunda inseminación no siempre se pudo realizar en el momento recomendado (12 horas después de la primera inseminación).

4.5 PESO DE LAS CAMADAS

A continuación en el Cuadro 16 se presentan los datos de peso de camadas en kilogramos de los dos diluyentes y los dos centros de recolección utilizados en el experimento.

Cuadro 16. Datos de promedio de peso de camadas al nacimiento obtenidos en el experimento (kg.)

CENTRO	DILUYENTE				PROMEDIO
	KIEW	n	MODENA	n	
Zamorano	13	5	11.6	12	12
San Pedro Sula	14	15	12	13	12.8
PROMEDIO*	13.3	20	11.7	25	12.5

n = 45

* Promedio fundeado

No se encontraron diferencias estadísticas significativas en el peso de las camadas, tanto para los diluyentes como para los centros de recolección de semen (Anexo 5).

Los pesos de las camadas son más bajos (12.5 kg.) que los reportados por Raudales (1993), bajo condiciones similares, quien utilizando el diluyente Modena, obtuvo un peso por camada de 16.2 kg. Sin embargo debido a que en el presente experimento el número de lechones nacidos vivos fue de 8.3, el peso promedio por lechón fue de 1.5 kg., dato similar al reportado por Raudales (1.63 kg.).

4.6 CARACTERÍSTICAS DEL SEMEN RECOLECTADO

En el Cuadro 17 se muestran los datos promedios de las evaluaciones visuales del semen de los verracos de las fincas de San Pedro Sula y de Zamorano que fueron colectados para realizar las inseminaciones.

Cuadro 17. Evaluaciones visuales del eyaculado de los verracos recolectados en las fincas de San Pedro Sula y Zamorano.

DATOS	San Pedro Sula	Zamorano
Vol. mínimo recolectado (cc.)	100	100
Vol. máximo recolectado (cc.)	300	300
Vol. promedio de eyaculado por verraco	190	180

Se puede observar en el presente Cuadro que los volúmenes mínimos y máximos recolectados en los dos centros de recolección fueron iguales y que el volumen promedio de eyaculado por verraco fue similar. Tampoco hubo diferencia en lo que respecta a las evaluaciones visuales de concentración espermática del semen colectado.

4.7 EVALUACIONES DE SEMEN DE VERRACOS DE LA FINCA JIREH

Aunque no fue parte del estudio, por solicitud de la empresa ALCON se realizaron evaluaciones de semen de 32 verracos durante el mes de Junio de 1994 en la granja Jireh. En el Cuadro 18 se presentan los resultados promedios obtenidos para los distintos criterios de evaluación y se comparan con los ideales (según la MLC Semen Delivery Service, 1980; citado por Reed, 1982).

Cuadro 18. Parámetros de evaluación de semen obtenidos de 31 verracos de la granja Jireh, Villanueva, Cortés.

	Motilidad (%)	Morfología (% de es normales)	Volumen (cc)	Concentración (millones esp/cc)
Promedios obtenidos	77 (±10)	51 (±13)	162 (±83)	280 (±274)
Rangos* deseados	65	80	175	250

* M.L.C (Clasificación por Reed 1988)

El único de los parámetros que se muestra fuera del rango deseado es el de porcentaje de espermatozoides normales (Las anomalías que más prevalecieron fueron espermatozoides con colas enrolladas y en forma de 8). Esto puede ser debido a los efectos de la alta temperatura de la zona, y puede explicar los efectos de los bajos porcentajes de preñez con monta natural (68,6%) que se observan en las fincas de la región. Como se mencionó anteriormente esta evaluación se realizó en una sola época del año, (mes de Junio de 1994), que es de los meses más calientes del año (temperatura promedio mensual de 25°C y una temperatura máxima promedio mensual de 34.1°C), que también puede ser un factor que afecta los resultados.

4.8 COSTOS DE LA UTILIZACION DE LOS DILUYENTES, KIEW Y

MODENA

El diluyente Modena se compró en la SGI y su costo fue de S 7.50 por litro de diluyente.

El costo de los ingredientes para la preparación de un litro de diluyente Kiew fue de \$ 3.70, existiendo por lo tanto una diferencia de precios de \$ 3.80 por litro en favor del diluyente Kiew como se muestra en el Cuadro 19.

Cuadro 19. Costo de los diluyentes Kiew y Modena por litro

KIEW	MODENA
\$ 3.70	\$ 7.50
L.33.90	L. 68.60

Cambio de \$US 1 = L.9.15

Por lo tanto en términos de costos el diluyente Kiew resulta altamente conveniente, ya que representa la mitad del costo del diluyente Modena.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio y bajo las condiciones que fue realizado se puede concluir lo siguiente:

1. No se encontraron diferencias significativas en los porcentajes de preñez, número de lechones nacidos vivos y en los pesos de camadas al nacimiento obtenidas de cerdas inseminadas utilizando los diluyentes Kiew y Modena .

2. No se observaron diferencias entre el semen recolectado en Zamorano y las fincas del experimento en cuanto a porcentajes de preñez, número de lechones nacidos vivos y peso de camadas al nacimiento.

3. Las altas temperaturas a las que las fincas en San Pedro Sula están sometidas no tienen efectos negativos en la fertilidad de los verracos.

4. La utilización del diluyente Kiew sale mucho más barato que utilizar el diluyente Modena

VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar un estudio más profundo para evaluar la calidad del semen de los verracos de las diferentes fincas de San Pedro Sula, con el fin de eliminar los verracos con resultados bajos, y así lograr mejorar los porcentajes de preñez y número de lechones nacidos vivos
2. Instalar sistemas de enfriamiento en los corrales de los reproductores (verracos y cerdas madres) para que las temperaturas altas no afecten negativamente los índices reproductivos de las fincas.
3. Realizar un estudio económico para comparar el uso de la monta natural y la inseminación artificial de cerdos bajo las condiciones de finca

VII. RESUMEN

Se realizó un experimento con 69 cerdas híbridas multiparas de cuatro fincas de ALCON¹ ubicadas en los alrededores de San Pedro Sula para comparar dos diluyentes (Kiew y Modena) y dos centros de recolección de semen (San Pedro Sula y Zamorano). Se comparó el porcentaje de preñez, el número de lechones nacidos vivos y peso de la camada al nacimiento, se inseminaron cerdas multiparas. La selección de las cerdas fue completamente al azar; estas fueron inseminadas dos veces durante el celo esperando de ocho a 12 horas entre inseminación. Se recolectó el eyaculado de verracos que no habían montado, por lo menos en los últimos tres días. El eyaculado se diluyó, según apariencia visual y se almacenó a temperatura controlada entre 18 y 20°C hasta el momento de la inseminación. Las dosis de semen (con un volumen de 100 ml) fueron colocadas a temperatura ambiente entre cinco a diez minutos antes de su utilización. No se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de preñez, número de lechones nacidos vivos y peso de la camada al nacimiento usando los dos diluyentes y los centros de recolección. El porcentaje promedio total de todas las cerdas inseminadas fue de 77 %, el número de lechones nacidos vivos fue de 8.3 y el peso promedio total de camadas fue de 12.5 kg. En conclusión los centros de recolección y los diluyentes utilizados mostraron resultados similares en las condiciones del experimento.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- ALMLID, B. 1987. Fertility evaluation of the straw freezing technique for boar semen under practical artificial insemination conditions. *Zuchthygiene* 22, 193-202 p.
- CRABO, G. B. 1992. Preservation of boar semen. A worldwide perspective. In Second International Conference on Boar Semen Preservation, Maryland, USA, 3-13 p.
- CRABO, G. B.; DIAL, G. 1992. Artificial insemination in swine. Swine Reproduction, Department of Animal Science (BGC), The department of Clinical and Population Science, College of Veterinary Medicine (GDD), and the Swine Center, University, St. Paul, Minnesota (USA). 8 (3): 533-544 p.
- BUXADE, C. 1984. Ganado Porcino. Ediciones Mundi-Prensa
640 p.
- FLOWERS, B; M. J. MARTIN; T. C. CANTLEY ; B. N. DAY. 1989. Effect of elevated ambient temperatures on puberty in gilts. *J. Animal Sci.* 67: 779-784.
- GRAHAM, E.F.; CRABO, B.G.; PACE, M.M. 1978. Current status of semen preservation in ram, boar and stallion. *J. Anim Sci.* 47, Suppl II. 80-119.
- JOHNSON, L. A., 1980. Artificial insemination of swine: fertility with frozen boar semen. *Proc. 5th Int. Pig Vet. Soc. Copenhagen* 33.
- JOHNSON, L. A.; AALBERS, J.G.; GROOTEN, H.J.G. 1988. Artificial Insemination of swine: fecundity of boar semen stored in Beltsville TS (BTS), modified Modena (MM) or MR- A and inseminated on one, three and four days after collection. USDA Beltsville, Maryland an research institute for animal production, Zeist and representative federation of swine artificial insemination societies, Bunnik, The Netherlands, 49-55 p.
- MAXWELL, R. C.; R. S. CUTTER ; A. P. I. CALLINAN. 1989. Drip cooling lactating sows improves performance and comfort. Department of Agriculture and Rural Affairs. Bendigo, Australia. 3 p.
- McGLONE, J. 1989. Disminuya la tensión por calor. *Industria Porcina*, 15-19 p.
- MURPHY, J; D. NICHOLS ; F. ROBBINS. 1989. Drip cooling of lactating sows. *Pigs, (USA)* 5(3): 13-15

- RAUDALES, J. 1993. Inseminación artificial a nivel de fincas. Departamento de Zootecnia, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano.
- REED, H.C.B. 1982. Artificial insemination, Control of Pig Reproduction. Ed. Cole, D.J.A. y Foxcroft, G.R. Butterworth scientific, London, England. 4, 65-90 p.
- REED, H.C.B. 1988. Recent development in artificial insemination. PPVS, (England) 94-115 p.
- REED, H. C. and CURNOCK, R.M. 1990. Comparison of three liquid semen diluents in a national semen delivery service in great britain. In Second International Conference on Boar Semen Preservation, Beltsville, Maryland, USA. 369-373 p.
- REED, H. C. B. 1992. Commercial requirements for an effective fresh semen diluent. In second international conference of boar semen preservation, Beltsville, Maryland, (USA) 255-272 p.
- RILLO, S.M. 1984. Artificial insemination in pigs: possibilities of future improvement in reproductive performance. Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas (INIA), Madrid, España 106-118 p.
- SWINE GENETICS INTERNATIONAL, LTD. 1990. Artificial insemination manual. ACME Printing CO. AMES, (USA) 1-15 p.
- WEITZE, K. F. 1990. The use of long-term-extender in pig Artificial insemination -a view of the international situation. Pig news and information. (USA) (11) 1: 23-26 p.
- WOLDERS, H. 1992. Overview of in vitro methods for evaluation of semen quality. In Second International on Boar Semen Preservation. (USA). 145-165 p.

IX. ANEXOS

ANEXO 1

Composición del diluyente de semen Kiew¹

INGREDIENTES	CANTIDAD (g)
D - Glucosa	60.0
EDTA	3.7
Bicarbonato de sodio	1.2
Citrato trisódico	3.7
Sulfato de Streptomina	0.69
Penicilina G	0.41

1

Dilución de los ingredientes en un litro agua destilada

ANEXO 2

Composición de la solución espermaticida

INGREDIENTE	CANTIDAD
Bicarbonato de sodio	5 gr
Formaldehído concentrado al 35 %	1 cc
Solución salina fisiológica ¹	100 cc

Todos estos ingredientes se la adicionan a 1 lt. de agua destilada.

1. Esta solución se prepara agregando 0.7 a 0.9 % de NaCl en 100 cc de agua destilada

ANEXO 3

Resultados obtenidos en la granja HOB0, Santa Cruz de Yojoa

VARIABLE	RESULTADO
# de cerdas inseminadas	19
Porcentaje de preñez	47 %
N promedio de lechones nacidos vivos	9.8
Peso promedio de camada	37 lbs.

ANEXO 4

Prueba de chi cuadrado de los porcentajes de preñez obtenidos en el experimento.

S. Pedro Sula			
Kiew	0	1	Total
	8.00	21.00	29.00
	11.59	30.43	42.03
	27.59	72.41	
	50.00	39.62	
Total	16.00	53.00	69.00
	23.19	76.81	100.00

S. Pedro Sula			
Modena	0	1	Total
	3.00	13.00	16.00
	4.35	18.84	23.19
	18.75	81.25	
	18.75	24.53	
Total	16.00	53.00	69.00
	23.19	76.81	100.00

EAP

Kiew	0	1	Total
	1.00	5.00	6.00
	1.45	7.25	8.70
	16.67	83.33	
	6.25	9.43	
Total	16.00	53.00	69.00
	23.19	76.81	100.00

EAP

Modena	0	1	Total
	4.00	14.00	18.00
	5.80	20.29	26.09
	22.22	77.78	
	25.00	26.42	
Total	16.00	53.00	69.00
	23.19	76.81	100.00

Chi cuadrado para los resultados de diluyentes

Kiew	0	1	Total
	9.00	26.00	35.00
	13.04	37.68	50.72
	25.71	74.29	
	56.25	49.06	
Total	16.00	53.00	69.00
	23.19	76.81	100.00

Modena	0	1	Total
	7.00	27.00	34.00
	10.14	39.13	49.28
	20.59	79.41	
	43.75	50.94	
Total	16.00	53.00	69.00
	23.19	76.81	100.00

DATOS ESTADISTICOS	GDOS DE LIBERTAD	VALOR	PROBABILIDAD
Chi Cuadrado	3	0.64	0.89
Relación probabi- lística de χ^2	3	0.65	0.88
Coficiente de Mantel - Haenzel	1	0.21	0.64
Coef. de Phi		0.097	
Coef. de contingencia		0.096	
Cocficiente V de Cramer		0.097	

ANEXO 5

Análisis de Varianza del número de lechones nacidos vivos de los dos centros de recolección de semen y los dos diluyentes utilizado

FACTOR DE VARIACION	GDOS DE LIBERTAD	S. DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	PROB.
Tratamiento	3	13.6	4.5	0.6	0.61
Error	41	309.2	7.5		
Total	44	322.8			

Coefficiente de Variación = 33.2

FACTOR DE VARIACION	GDOS. DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	PROB
C. de Recolección	1	0.006	0	0.97
Diluyente	1	8.61	1.14	0.29
C. de R. * diluyente	1	1.2	1.20	0.69

ANEXO 6

Análisis de varianza del peso de camada de los dos centros de recolección de semen y los dos diluyentes utilizados.

FACTOR DE VARIACION	GDOS DE LIBERTAD	S. DE CUADRADOS	C. MEDIO	VALOR DE F	PROB
Tratamiento	3	225.8	75.3	0.88	0.46
Error	41	3490.0	85.1		
TOTAL	44	3715.9			

Coefficiente de variación = 33.5

FACTOR DE VARIACION	GDOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	PROB
Centro	1	25.1	0.29	0.60
Diluyente	1	115.7	1.36	0.25
Centro + Diluyente	1	12.0	0.14	0.71

ANEXO 7

Costos de los diluyentes de semen utilizados en el estudio

Diluyente Modena

Costo de un sobre para un lt. de diluyentes = \$ 7.50

Costo en lempiras¹ = L. 68.6

Diluyente Kiew²

Costo de Glucosa = L. 24.00

Costo del EDTA = L. 4.30

Costo de Penicilina = L. 1.65

Costo de Streptomina = L. 3.75

Costo de Bic. de sodio = L. 0.10

Costo de Citrato trisódico = L. 0.10

Costo total de diluyente kiew = L. 33.90

Costo en dólares = \$ 3.70

1 Cambio de Septiembre 1994 SUS 1 = Lp. 9.15

2 Costo de ingredientes para un lt. de diluyente